

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШЭ

 (Матвеев А.С.)
 «30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Термодинамические циклы АЭС

Направление подготовки/ специальность	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Специализация	Проектирование и эксплуатация атомных станций		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		80	
ИТОГО, ч		144	

Вид промежуточной аттестации	зачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н.Бутакова
------------------------------	--------------	------------------------------	-----------------------------

Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		Заворин А.С.
		Воробьев А.В.
		Антонова А.М.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-4	ПК(У)-4. Способен анализировать и рассчитывать термодинамические, теплогидравлические, физико-химические и технологические процессы на атомной станции	И.ПК(У)-4.1	Анализирует и рассчитывает термодинамические процессы и циклы атомных станций	ПК(У)-4.1В1	Владеет опытом анализа и расчета термодинамических процессов и циклов атомных станций, зависимостей их эффективности от параметров теплоносителя
				ПК(У)-4.1У1	Умеет анализировать и рассчитывать термодинамические процессы и циклы атомных станций
				ПК(У)-4.1З1	Знает закономерности термодинамических процессов и циклов атомных станций, факторы, определяющие их эффективность

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Знать термодинамические процессы, происходящие в оборудовании атомных электростанций, и уметь рассчитывать параметры этих процессов.	И.ПК(У)-4.1
РД2	Использовать методы термодинамического анализа циклов для анализа и расчета эффективности термодинамических циклов.	И.ПК(У)-4.1
РД3	Владеть навыками проектирования тепловых схем атомных электростанций с учетом особенностей ядерной паропроизводящей установки.	И.ПК(У)-4.1

4. Структура и содержание дисциплины Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Показатели тепловой экономичности ПТУ	РД1	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 2. Методы повышения тепловой экономичности ПТУ	РД2	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 3. Циклы паротурбинных установок АЭС	РД2	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 4. АЭС с газотурбинными установками	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 5. Перспективные термодинамические циклы АЭС	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16

Раздел 1. Показатели тепловой экономичности ПТУ

Содержание и построение курса. Познавательная карта курса. Рекомендуемая литература. Атомная энергетика и ее роль в энергетике России и мира.

Преобразование энергии на АЭС. Типы тепловых двигателей, применяемых на АЭС. Паротурбинные установки (ПТУ) и газотурбинные установки (ГТУ).

Темы лекций:

1. Термодинамические цикл ПТУ. Основные параметры цикла.
2. Термический и внутренний коэффициенты полезного действия (КПД) термодинамического цикла. Расход пара простейшей ПТУ.
3. Показатели тепловой экономичности конденсационной АЭС: КПД, удельный расход теплоты и пара, удельный и годовой расход ядерного топлива.
4. Тепловой баланс АЭС. Значение показателей тепловой экономичности.

Темы практических занятий:

1. Влияние начальных параметров на экономичность ПТУ.
2. Расчет расхода пара простейшей ПТУ

Названия лабораторных работ:

1. Влияние начальных параметров на экономичность ПТУ.
2. Расчет удельного расхода теплоты и пара

Раздел 2. Методы повышения тепловой экономичности ПТУ

Начальные параметры пара и их влияние на тепловую экономичность ПТУ. Зависимость располагаемого теплоперепада на турбину и конечной степени сухости от начальных параметров. Промежуточный перегрев пара и его влияние на тепловую экономичность ПТУ. Оптимальные давления и температура промежуточного перегрева. Двухступенчатый промперегрев. Зависимость располагаемого теплоперепада на турбину и конечной степени сухости от промперегрева. Конечное давление и его влияние на тепловую экономичность ПТУ. Выбор и обоснование конечных параметров пара на атомных электростанциях. Факторы, определяющие выбор конечного давления. Регенеративный подогрев питательной воды (РППВ).

Темы лекций:

5. Начальные параметры пара и их влияние на тепловую экономичность ПТУ.
6. Промежуточный перегрев пара и его влияние на тепловую экономичность ПТУ. Оптимальные давления и температура промежуточного перегрева.
7. Конечное давление и его влияние на тепловую экономичность ПТУ. Выбор и обоснование конечных параметров пара на атомных электростанциях.
8. Регенеративный подогрев питательной воды (РППВ). Сущность РППВ. Расход пара и тепловая экономичность паротурбинной установки с РППВ.

Темы практических занятий:

3. Промежуточный перегрев пара.
4. Влияние конечного давления на экономичность цикла ПТУ.

Названия лабораторных работ:

3. Промежуточный перегрев пара.
4. Влияние конечного давления на экономичность цикла ПТУ.

Раздел 3. Циклы паротурбинных установок АЭС
--

Современные ядерные энергетические реакторы (ЯЭР) и параметры пара паропроизводящих установок с различными типами ЯЭР. Сепарация пара и ее влияние на тепловую экономичность. Циклы АЭС с сепарацией пара и промежуточным перегревом. Двукратная сепарация. Оптимальное разделительное давление.

Темы лекций:

9. Современные ядерные энергетические реакторы (ЯЭР) и параметры пара паропроизводящих установок с различными типами ЯЭР.
10. Сепарация пара и ее влияние на тепловую экономичность.
11. Циклы АЭС с сепарацией пара и промежуточным перегревом.
12. Двукратная сепарация. Оптимальное разделительное давление.

Темы практических занятий:

5. Расчетный проект тепловой схемы ПТУ АЭС.
6. Регенеративный подогрев питательной воды.

Названия лабораторных работ:

5. Расчетный проект тепловой схемы ПТУ АЭС.
6. Регенеративный подогрев питательной воды.

Раздел 4. АЭС с газотурбинными установками

Высокотемпературный газоохлаждаемый реактор (ВТГР). Циклы газотурбинных установок. Эффективность гелиевого цикла для АЭС с ВТГР.

Темы лекций:

13. Высокотемпературный газоохлаждаемый реактор (ВТГР).
14. Циклы газотурбинных установок. Эффективность гелеевого цикла для АЭС с ВТГР

Темы практических занятий:

7. Расчетный проект тепловой схемы ПТУ АЭС.
8. Схемы включения поверхностных регенеративных подогревателей.

Названия лабораторных работ:

7. Расчетный проект тепловой схемы ПТУ АЭС.
8. Влияние РППВ на экономичность установки с промежуточным перегревом

Раздел 5. Перспективные термодинамические циклы АЭС
--

АЭС с реакторами на сверхкритические параметры. Циклы АЭС с отпуском теплоты. Циклы АЭС на диссоциирующих газах.

Темы лекций:

15. АЭС с реакторами на сверхкритические параметры.
16. Циклы АЭС с отпуском теплоты. Циклы АЭС на диссоциирующих газах

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе, к экзамену;
- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Стерман Л.С., Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. - 6-е изд., стер. - М.: МЭИ, 2010. - ISBN 978-5-383-01419-6. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html> (дата обращения: 04.12.2020). - Режим доступа: по подписке.

2. Зорин В.М. Атомные электростанции : учебное пособие для вузов – Москва: Изд-во МЭИ, 2012. — 670 с.: ил. — Победитель общероссийского Конкурса рукописей учебной и учебно-справочной литературы по атомной энергетике 2010 г. — Библиогр.: с. 668-670.. — ISBN 978-5-383-00604-7.

3. Оборудование тепловых и атомных электрических станций : учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / А. В. Воробьёв, Д. В. Гвоздяков, С. В. Лавриненко [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — 1 компьютерный

файл (pdf; 6.0 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2020. — Заглавие с титульного экрана. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

Схема доступа: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2020/m049.pdf> (контент)

Дополнительная литература:

1. Основное оборудование АЭС : учебное пособие для вузов / под ред. С. М. Дмитриева. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. — 288 с.: ил.

2. Выговский, С. Б.. Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие [Электронный ресурс] / Выговский С. Б., Рябов Н. О., Чернов Е. В.. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2013. — 304 с.. — Рекомендовано УМО «Ядерные физика и технологии» в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений. — Книга из коллекции НИЯУ МИФИ - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-7262-1819-9. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75777 (контент).

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Бесплатная электронная библиотека Ивановского государственного энергетического университета <http://e-le.lcg.tpu.ru/webct/public/home.pl>;

2. Сайт ОАО «Концерн Росэнергоатом» <http://rosenergoatom.ru>;

3. Справочник «Функционирование АЭС (на примере РБМК-1000)» <http://www.reactors.narod.ru/rbmk/index.htm>;

4. Крупнейшая бесплатная электронная интернет библиотека для "технически умных" людей <http://www.tehlit.ru/>; <http://www.library.ispu.ru/elektronnaya-biblioteka>;

5. Электронная Энциклопедия Энергетики <http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/trenager/trenager.htm>;

6. Сайт кафедры ТЭС, Новосибирский государственный технический университет <http://tes.power.nstu.ru> ;

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Программа H₂O
2. MS Office 2010/2013/2015;
3. Matlab;
4. Mathcad;
5. Document Foundation LibreOffice;
6. Cisco Webex Meetings\$
7. Zoom Zoom.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 302	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а,31	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Компьютер - 16 шт.; Телевизор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30 209	Доска аудиторная настенная - 3 шт.; Комплект учебной мебели на 96 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 227 Поточная лекционная аудитория	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 98 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 95 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг специализация «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова		А.М. Антонова

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от 30.05.2019 г. № 29).

Заведующий кафедрой – руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры,
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020 г.
2020/2021 учебный год	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 44 от 26.06.2020 г.